



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

1) **Planificación de:**  
Señales y Sistemas

Código:-

Carrera: BIOINGENIERÍA Plan: 2008  
Carga Horaria: 84 horas Hs. Seman: 6  
Departamento: BIOINGENIERÍA Cuatrimestre: 4to año, 2do CUATRIMESTRE Año: 2010

**Contenidos Mínimos**

Señales: concepto y clasificación. Espacios de señales. Análisis lineal y estacionario de señales. Sistemas: concepto y clasificación. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Respuesta al impulso y respuesta en frecuencia. Convolución discreta. Transformada Z. Modelado de señales. Introducción al análisis no estacionario. Aplicaciones a señales y sistemas biomédicos. Convolución bidimensional, Transformada de Fourier bidimensional, discretización y muestreo.

Programa Analítico de foja: a foja:

Programa Combinado de Examen de foja: a foja:

Bibliografía de foja: a foja:

Correlativas Obligatorias:

Para regularizar: ELECTRÓNICA DIGITAL, FISILOGÍA Y BIOFÍSICA

Para aprobar: FUNCIONES DE VARIABLE COMPLEJA, PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA, ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

**Rige:**

Aprobado Res. C. D.: Modificado/Anulado/ Res. C. D.:

Fecha: Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería (UNER) certifica que el programa está aprobado por el (los) números y fecha(s) que anteceden, Oro Verde, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 2) Inserción de la materia en el plan de estudios

(Fundamentar la necesidad de la materia en el plan de estudios y de los contenidos de la misma en relación con la articulación vertical y horizontal intercátedras)

Los temas de la asignatura giran alrededor del procesamiento de señales generadas principalmente por sistemas de tiempo discreto y sus aplicaciones al campo biomédico.

Las siguientes asignaturas aportan las bases para el desarrollo de la materia:

- *"Cálculo en una variable", "Algebra lineal y Geometría Analítica", "Funciones de variable compleja", "Cálculo vectorial" y "Ecuaciones diferenciales"*: aportan la base formal para la descripción matemática de los sistemas físicos y las herramientas aplicables al tratamiento de señales y sistemas.
- *"Física mecánica", "Electricidad y magnetismo" y "Electrónica lineal"*: aportan la base conceptual para transcribir la realidad concreta a una versión abstracta y simplificada de la misma, permitiendo tomar en cuenta sólo los elementos relevantes al problema que se desea tratar.
- *"Electrónica digital" y "Electrónica programable"*: trata sobre los dispositivos electrónicos necesarios para construir sistemas de adquisición y procesamiento de señales digitales.
- *"Sistemas de Adquisición y procesamiento de señales"*: trata acerca del ruido y los distintos tipos de filtros analógicos y digitales. Ver observación al final de la planificación.
- *"Fundamentos de programación" y "Programación avanzada"*: permiten la implementación computacional de los modelos o técnicas desarrollados.
- *"Biología molecular y celular", "Fisiología y Biofísica" y "Fisiopatología"*: son el ámbito de aplicación de estos modelos y técnicas; razón por la que es necesario que se tenga dominio sobre estos temas.
- *"Inglés I" e "Inglés II"*: Una parte importante de la bibliografía está disponible en idioma Inglés, por lo cual es necesario que los alumnos posean una capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.
- *"Control básico"*: trata acerca de los fundamentos de los sistemas de control, por lo tanto aporta nociones importantes de sistemas. Provee las bases para el análisis de sistemas fisiológicos con retroalimentación.
- *"Probabilidad y estadística"*: presenta las nociones básicas para comprender los procesos y modelos estocásticos.



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

### 3) Objetivos

*(Representan el para qué enseñar, sirven de guía para los contenidos, las actividades de enseñanza y la evaluación)*

#### **Objetivos Generales:** *(en relación a la formación del profesional)*

Que el alumno logre:

- Comprender los conceptos y métodos fundamentales de la teoría de señales y sistemas discretos.
- Comprender los conceptos y las estrategias básicas para el análisis y el modelado de señales.
- Aplicar estos conceptos, métodos y estrategias en casos de interés biomédico.
- Utilizar la simulación en computadora como herramienta para el estudio de situaciones típicas.
- Interpretar los resultados de las simulaciones computacionales en el contexto de problemas reales.
- Fortalecer el uso del marco conceptual-teórico en la resolución de problemas.
- Aumentar su capacidad para adquirir conocimientos en forma autónoma.
- Afianzar la capacidad de abstracción, razonamiento lógico y reflexión crítica.
- Aumentar su capacidad para trabajar con responsabilidad y compromiso en tareas grupales.
- Reconocer el esfuerzo y los logros obtenidos por todos aquellos que participaron en el desarrollo humano, científico y tecnológico que hoy disfrutamos, en particular dentro de las áreas de incumbencia de la asignatura.
- Reconocer su propia capacidad de aportar al desarrollo antedicho.

#### **Objetivos Particulares:** *(en relación a la asignatura)*

Que el alumno logre:

- Comprender conceptos fundamentales de procesamiento de señales discretas y su aplicación en el campo de ingeniería biomédica.
- Comprender el concepto de espacio de señales y su importancia para la interpretación de transformaciones de señales.
- Comprender los conceptos más importantes del análisis de Fourier en señales discretas.
- Aplicar los conceptos del análisis de Fourier al análisis y procesamiento de señales de interés biomédico.
- Comprender los conceptos y propiedades fundamentales de los sistemas lineales y su aplicabilidad en sistemas de interés biomédico.
- Afianzar el concepto de convolución y su relación con los sistemas lineales invariantes en el tiempo.
- Aplicar las operaciones de convolución y desconvolución en el marco de problemas de interés biomédico.
- Comprender conceptos fundamentales de la Transformada Z.
- Utilizar la transformada Z como herramienta para la discretización de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales a coeficientes constantes, para el análisis de estabilidad de sistemas discretos y para el diseño de filtros digitales.
- Comprender el problema de identificación de sistemas y los métodos básicos para la estimación de parámetros de sistemas lineales.
- Aplicar métodos de identificación de sistemas lineales a casos de interés biomédico.
- Comprender los fundamentos del análisis tiempo-frecuencia y su relación con las técnicas más recientes.
- Comprender la diferencia entre modelos de señales y modelos de sistemas.
- Conocer algunas nociones básicas de modelos avanzados de señales.
- Adquirir destrezas para aplicar los conocimientos adquiridos en diversas señales e imágenes del mundo real.
- Conocer diversas aplicaciones del procesamiento digital de señales e imágenes en las tecnologías biomédicas actuales.
- Utilizar con conocimiento y juicio crítico las herramientas computacionales disponibles.
- Interpretar correctamente los resultados de las simulaciones obtenidas por distintas estrategias.
- Comprender los fundamentos de las técnicas básicas de procesamiento digital de imágenes.



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 4) Programa Analítico

### 1. Señales

Unidad 0: Introducción: Descripción de los objetivos generales de la materia. Breve presentación de los temas y su interrelación. Las señales y los sistemas, noción inicial de modelo. Diferencia entre el modelo y la realidad, ejemplos de problemas de aplicación. Modelos de sistemas y modelos de señales.

Unidad I: Concepto de señal y ruido, clasificación de las señales y las técnicas de procesamiento digital. Operaciones básicas en señales. Digitalización de señales: muestreo, retención y cuantización, alias de muestreo en el dominio del tiempo. Caracterización de señales aleatorias: correlación, estacionariedad, ergodicidad.

Unidad II: Espacio de señales: señales como vectores, normas y medidas de distancia, espacios vectoriales y espacios de señales, producto interno.

### 2. Transformaciones

Unidad III: Independencia lineal, bases y transformaciones, ortogonalidad y ortonormalidad, el producto interno en las transformaciones, ejemplos de transformaciones lineales.

Unidad IV: Transformada de Fourier: series de Fourier, transformada continua de Fourier, transformada discreta de Fourier y su inversa, alias de muestreo en el dominio de la frecuencia, propiedades, algoritmos de cálculo.

### 3. Sistemas

Unidad V: Concepto y clasificación de los sistemas. Ecuaciones diferenciales y en diferencias, diagramas en bloque y respuesta al impulso. Sistemas lineales e invariantes en el tiempo: propiedades, principio de superposición. Los sistemas como transformaciones lineales. Los sistemas como filtros.

Unidad VI: Convolución: definición e interpretación física, propiedades, métodos de cálculo. Deconvolución: definición, aplicación al control y la identificación de sistemas, métodos de cálculo. Transformada Z: definiciones, inversa, relación con la transformada de Laplace y la transformada de Fourier. Análisis de sistemas de tiempo discreto: transformaciones conformes, teorema del desplazamiento, diagramas en bloque.

### 4. Tópicos avanzados

Unidad VII: Identificación de sistemas (lineales): concepto y clasificación, predicción lineal mediante sistemas auto-regresivos, ecuaciones de Wiener-Hopf, algoritmo de Levinson-Durbin, estimación del orden, método adaptativo de Widrow.

Unidad VIII: Análisis tiempo-frecuencia (no estacionario): ventaneo, espectrogramas, distribuciones de Wigner-Ville, resolución tiempo-frecuencia y el principio de incertidumbre, introducción a la transformada ondita.

Unidad IX: Procesamiento de la señal de voz: producción y percepción del habla, análisis por tramos, aplicación de predicción lineal, escala de mel, procesamiento homomórfico, detección de la frecuencia fundamental.

Unidad X: Procesamiento de señales de origen bioeléctrico: Electroencefalograma (EEG). Potenciales evocados (PE). Electrocardiograma (ECG) y Electromiograma (EMG). Ejemplos de técnicas para modelado, cancelación de artefactos, filtrado, detección, remoción de línea de base y análisis de las señales.

Unidad XI: Procesamiento digital de imágenes: Señales y sistemas en dos dimensiones. Convolución bidimensional. Transformada bidimensional de Fourier y su inversa: definición, propiedades y representación gráfica. Importancia de la magnitud y la fase. Filtros básicos convolutivos y frecuenciales: pasa-bajos, pasa-altos, filtrado inverso.

**Fundamentación de la organización y secuenciación de los contenidos (opcional):**

El programa está dividido en cuatro bloques conceptuales principales: 1. Señales, 2. Transformaciones, 3. Sistemas y 4. Tópicos avanzados. Los tres primeros presentan los fundamentos básicos de la asignatura y el cuarto la aplicación de los mismos en la resolución de problemas tecnológicos en campos específicos cercanos al perfil profesional esperado. La secuenciación de los bloques básicos no es la única posible, aunque sigue el enfoque más clásico que presenta primero las señales y luego los sistemas. El bloque avanzado pretende ser una introducción a los tópicos planteados, ya que de otra manera claramente podría armarse un curso completo para cada uno de ellos.

**Programa combinado para examen (si lo hubiere):**

No corresponde.-



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 5) Metodología didáctica

*(Describir metodologías didácticas, actividades empleadas, tipos de clases)*

La asignatura está orientada al estudio introductorio de las señales y los sistemas, con énfasis en los de tiempo discreto. Se presentan también temas más orientados a las aplicaciones en señales reales de origen biomédico.

La **metodología actual** comprende:

- clases de teoría (2 hs)
- clases de coloquio (1 hs)
- clases de trabajos prácticos (3 hs)
- consultas (1 hs opcional)

Las **clases de teoría** son exposiciones introductorias a cada uno de los temas, destacando los conceptos fundamentales, sus alcances y presentando brevemente sus raíces históricas.

Las **clases de coloquio** refuerzan los conceptos teóricos más importantes de cada tema mediante la discusión de preguntas orientadoras. Antes de cada clase de teoría se destina aproximadamente una hora a esta actividad. Esto tiene como objetivo trabajar sobre las dificultades e inquietudes conceptuales que se presenten en los temas ya vistos en la teoría anterior y que en muchos casos han empezado a trabajarse también a nivel práctico. Estas clases se complementan con guías que permiten el estudio independiente de la extensa bibliografía existente para cada tema. Este enfoque obliga a una participación muy activa del alumno en su propia formación.

Las **clases de trabajos prácticos** consisten en la implementación en computadora de métodos de análisis de sistemas, señales y modelos, así como la resolución de numerosos ejercicios y ejemplos (1 comisión). Al principio de cada clase se explican las características del trabajo a realizar por los alumnos, asociado al tema desarrollado previamente en la clase teórica. Los prácticos son intensivos, por lo que los alumnos reciben orientación y apoyo durante la clase práctica, pero deben desarrollar también actividad en forma autónoma en el contexto de un equipo de 2 o 3 miembros. Además de los ejercicios resueltos durante la práctica se proponen problemas adicionales para fomentar el autoaprendizaje. Para ello se indica el grado de dificultad relativo de cada uno. La incorporación paulatina de conceptos básicos a través de las sucesivas guías de trabajos prácticos permite lograr una visión integradora de todos los temas.

Se proveen además horarios de **consulta** que permiten aclarar las dudas que no se cubran en el resto de las instancias. Eventualmente, estas clases pueden también brindar el medio para que los alumnos que lo deseen puedan profundizar en aquellos temas incluidos en la asignatura que les interesan.

Se toman dos exámenes parciales teórico-prácticos según se detalla en la ficha de evaluación. La discusión grupal de cada guía de ejercicios, la resolución de problemas numéricos y las evaluaciones de trabajos prácticos son también instancias de consolidación de los conceptos trabajados con anterioridad.

## **Listado de Trabajos Prácticos:**

GTP1: "Introducción al procesamiento digital de señales",

GTP2: "Espacios de señales"

GTP3: "Transformada discreta de Fourier"

GTP4: "Sistemas"

GTP5: "Convolución"

GTP6: "Transformada Z"

GTP7: "Identificación de sistemas lineales"

GTP8: "Análisis tiempo-frecuencia"

GTP9: "Procesamiento de la voz"

GTP10: "Procesamiento señales bioeléctricas"

GTP11 "Procesamiento de imágenes"



**Universidad Nacional de Entre Ríos**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Oro Verde, E. R.**  
**República Argentina**

## **6) Metodología de evaluación**

*(Describir todas las instancias de evaluación)*

El acceso a las condiciones de regularidad y de promoción se efectuará a través de dos instancias distintas de evaluación:

- a) *Evaluaciones de trabajos prácticos.*
- b) *Exámenes parciales teórico-prácticos.*

Las **evaluaciones de trabajos prácticos** estarán destinadas a acreditar la comprensión de los aspectos conceptuales y de implementación previstos en cada guía de trabajos prácticos (GTP) y la relación existente entre ellos (además de conocer los fundamentos de las herramientas de software que pudieran emplearse).

Los contenidos relacionados con la teoría de **señales, transformaciones y sistemas** se evaluarán en un único examen luego de completar las guías de trabajos prácticos correspondientes:

- Se deberá traer al examen todas las guías resueltas en forma completa.
- El examen será oral y se aplicará sobre el grupo de trabajo en su conjunto, debiendo cada integrante ser capaz de responder a las preguntas generales requeridas y a las relacionadas con su participación en el trabajo realizado.
- El examen se considerará aprobado cuando se hayan contestado satisfactoriamente el 60% de las preguntas formuladas.

Por su parte, los contenidos relacionados con los **tópicos avanzados** podrán evaluarse en una única instancia, como en el caso anterior, o luego de finalizar un determinado trabajo práctico. La opción adoptada será comunicada con la debida anticipación a los alumnos. Los temas que se evalúen de forma independiente no formarán parte de ninguna otra evaluación de trabajos prácticos. Se conservará en cualquier caso la modalidad oral grupal, con iguales requisitos para su aprobación. Actualmente se ofrecen dos comisiones para el dictado de tales clases. El alumno deberá optar por una de ellas al comienzo del cuatrimestre y rendirá los exámenes de trabajos prácticos en las instancias correspondientes a la misma.

Las fechas de los dos **exámenes parciales teórico-prácticos** se distribuirán durante el dictado de la asignatura como se especifica en el cronograma. Esta instancia permite comprobar que el alumno comprende y es capaz de relacionar e integrar los conceptos teóricos discutidos, como así también de razonar y resolver problemas relacionados con los mismos.

### **Condiciones de Regularidad y Promoción:**

#### **Alumno regular:**

Para acceder a la condición de regularidad, el alumno deberá cumplir la totalidad de los siguientes requisitos:

- Asistir a al menos el 75 % de las clases teóricas y coloquios.
- Aprobar las evaluaciones de trabajos prácticos. Logrará esta condición cuando, junto con su grupo de trabajo, haya respondido correctamente al 60 % de las preguntas que se le formularon. Todas las evaluaciones de este tipo deben ser aprobadas y sólo se podrá recuperar 1 (una) de ellas.
- Obtener un mínimo de 60/100 puntos en cada una de las evaluaciones parciales teórico-prácticas. En caso de no haberlo logrado, el alumno tendrá derecho a recuperar sólo 1 (un) examen teórico-práctico al final del cursado.

La asistencia a las clases de práctica no será requisito para acceder a la regularidad. La cátedra llevará un control de la misma con fines de seguimiento interno y estadísticas.

#### **Alumno promovido:**

Logrará la condición de alumno promovido aquel que haya alcanzado los requisitos exigidos para la regularidad y que además haya obtenido un promedio de 80/100 puntos en los exámenes parciales teórico-prácticos, con un mínimo de 70/100 puntos en cada uno de ellos.





Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 7) Cronograma

(con propuestas de fechas de exámenes parcial/es/s y su/s recuperatorio/s)

### Cronograma de Trabajo, (con propuestas de fechas de exámenes parciales y su/s recuperatorio/s) :

#### Semana 1: (2 al 6/8)

Teoría: Introducción general y a las señales. (L. Rufiner)

Coloquio: Planificación de la asignatura. (L. Rufiner)

Prácticas: GTP1 “Introducción al procesamiento digital de señales”.

#### Semana 2: (9 al 13/8)

Teoría: Espacio de Señales. (L. Rufiner)

Coloquio: ídem teoría ant. (L. Rufiner)

Prácticas: GTP2 “Espacios de señales”

#### Semana 3: (16 al 20/8)

Teoría: Transformada discreta Fourier. Análisis frecuencial 1. (L. Rufiner).

Coloquio: ídem teoría ant. (L. Rufiner)

Prácticas: finalización de prácticas anteriores

#### Semana 4: (23/8 al 27/8)

Teoría: Transformada discreta Fourier. Análisis frecuencial 2. (L. Rufiner)

Coloquio: ídem teoría ant. (R. Acevedo)

Prácticas: GTP3 “Transformada Discreta Fourier”

#### Semana 5: (30/8 al 3/9)

Teoría: Sistemas LTI. Convolución. Transformada Z. (R. Acevedo)

Coloquio: ídem teoría ant. (R. Acevedo)

Prácticas: GTP4 y GTP5 “Sistemas” y “Convolución”

#### Semana 6: (6 al 10/9)

Teoría: Identificación de sistemas lineales. (L. Rufiner)

Coloquio: ídem teoría ant. (R. Acevedo)

Prácticas: GTP6 “Transformada Z (y DSP)”.

#### Semana 7: (13 al 17/9)

Teoría: Análisis tiempo-frecuencia. (L. Rufiner)

Coloquio: ídem teoría ant. (R. Acevedo)

Prácticas: GTP7 “Identificación de sistemas lineales”

#### Semana 8: (20 al 24/9)

Teoría: Procesamiento de la señal de voz. (G. Schlotthauer)

Coloquio: ídem teoría ant. (L. Rufiner)

Prácticas: GTP8 “Análisis tiempo-frecuencia”

#### Semana 9: (27/9 al 1/10)

Teoría: Procesamiento señales de origen bioeléctrico (I) (R. Acevedo)

Coloquio: ídem teoría ant. (L. Rufiner)

Prácticas: GTP9: “Procesamiento de la voz”

#### Semana 10: (4 al 8/10)

Teoría: 1er parcial teórico-práctico (hasta id. sist. lineales inclusive).

Coloquio: no hay.

Prácticas: Evaluación trabajos prácticos – Parte I. (hasta GTP7) (C. Martínez)

**Semana 11: (11 al 15/10)**

Teoría: Procesamiento señales de origen bioeléctrico (II) (C. Pais)

Coloquio: ídem teoría ant. (C. Pais)

Prácticas: GTP10: "Procesamiento señales bioeléctricas." (C. Pais)

**Semana 12: (18 al 22/10)**

Teoría: Procesamiento digital de imágenes. (C. Martínez)

Coloquio: consultas (C. Martínez)

Prácticas: GTP11 "Procesamiento de imágenes" (C. Martínez)

**Semana 13: (25 al 29/10)**

Teoría: 2do parcial teórico-práctico.

Coloquio: no hay.

Prácticas: Evaluación de trabajos prácticos – Parte II.

**Semana 14: (1 al 5/11)**

Teoría: **Recuperatorios** de exámenes parciales.

Prácticas: **Recuperatorios** de evaluaciones de TPs.

(otros recuperatorios en la semana 15)

**Fechas de parciales y exámenes en este período (ya consignados arriba):**

*Parciales*

Semana 10 (martes, 11:00 hs): primer parcial.

Semana 13 (martes, 11:00 hs): segundo parcial.



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 8) Bibliografía

Se debe mencionar que no existe un libro que cubra por completo los contenidos presentados y es por ello que se debe recurrir a varios títulos que cubren aspectos parciales y varias veces desde ópticas y con aplicaciones diferentes. En general esto debe completarse con aplicaciones y ejemplos tomados de artículos de revistas especializadas ya sea del tipo tutorial o de investigación. Para la parte de fundamentos de señales, transformaciones y sistemas existe numerosa bibliografía de reciente aparición, sobre todo en el caso digital.

Como se apuntó anteriormente, buena parte de la bibliografía está disponible en inglés, por lo cual es necesario que los alumnos posean una capacidad suficiente para la lectura y comprensión de textos en este idioma.

A continuación se presenta la lista de libros ordenada por temas (todos disponibles en Biblioteca o en el Laboratorio de Cibernética. La bibliografía básica se ha remarcado en negrita para separarla de la complementaria):

### Señales, transformaciones y sistemas:

- **"Introducción a las señales y los sistemas discretos", MILONE, RUFINER, ACEVEDO, DI PERSIA, TORRES, Eduner, 2006.**
- "Señales y sistemas lineales". GABEL, R.; ROBERTS, R. Limusa, 1994.
- "Señales y sistemas: modelos y comportamiento". 2ª Ed. MEADE, M.; DILLON, C.; POLO VELÁZQUEZ, A.; DUCHÉN SÁNCHEZ, G. Addison-Wesley, 1993.
- "Signals and systems". OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; YOUNG, I. Prentice-Hall, 1987.
- "Señales y sistemas". OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; YOUNG, I.; MATA HERNÁNDEZ, GLORIA. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1994.
- "Modern Spectrum Analysis II", KESLER, S. IEEE Press, 1986.
- **"Señales y sistemas". 2ª Ed. en Español. OPPENHEIM, A.; WILLSKY, A.; NAWAB, S.; MATA HERNÁNDEZ, G.; SUÁREZ FERNÁNDEZ, A. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998.**
- "Modern signals and systems". KWAKERNAAK, H.; SIVAN, R.; STRIJBOS, R. C.W. Prentice Hall, 1991.
- "Continuous and discrete signals and systems". 2nd Ed. SOLIMAN, S.; SRINATH, M. Prentice Hall, 1998.
- "Señales y sistemas: continuos y discretos". 2ª Ed. SOLIMAN, S.; SRINATH, M. Prentice Hall, 1999.
- "Introducción a las señales y los sistemas". LINDNER, D.; ROZO C.; GARZÓN, A.; DÍAZ CHACÓN, R. McGraw-Hill/Interamericana, 2002.
- "Introducción a señales y sistemas". Kamen, E. CECSA, 1996.
- "Señales y sistemas". 1ª Ed. en Español. HAYKIN, S.; VAN VEEN, B. Limusa-Grupo Noriega Editores, 2001.
- "An introduction to the theory of random signals and noise". DAVENPORT, W.; ROOT, W. Wiley-IEEE Press, 1987.
- "Tratamiento digital de señales. Principios, algoritmos y aplicaciones". 3ª Ed. PROAKIS, MANOLAKIS. Prentice Hall, 1995.
- "Discrete-time processing of speech signals". Rep. ed. DELLER, J.; PROAKIS J.; HANSEN, J. Prentice Hall, 1993.
- "A wavelet tour of signal processing". 2nd Ed. MALLAT, S. Academic Press, 1999.
- "Theory and application of digital signal processing". RABINER, GOLD. Prentice Hall, 1975.
- **"The Fast Fourier Transform and its applications". BRIGHAM, E. Prentice Hall, 1988.**
- "Teoría de la señal". FRANKS, L. Reverté, 1975.
- "Álgebra lineal". Grossman, S. Grupo Ed. Iberoamericana, 1988.
- "Álgebra lineal aplicada". NOBLE, B., DANIEL, J. Prentice Hall, 1989.
- "Signal theory and processing". DE COULON, F. Artech House, 1986.
- "Digital processing of speech signals". RABINER, L.; SCHAFER, R. Prentice Hall, 1978.
- "Transformadas de Laplace para ingenieros en electrónica". HOLBROOK, J. Limusa, 1987.
- "Introducción a la Bioingeniería". Marcombo-Boixareu Eds, 1988.

### Tópicos avanzados:

- **"Linear prediction: a tutorial review". MAKHOUL. Proc. IEEE, vol. 63, N°4, pp. 561-580, 1975.**
- "Time Frequency Analysis: Theory and Applications". L. COHEN , Prentice-Hall, 1995.
- "Biomedical Signal Processing, Vol. I: Time and Frequency Analysis", COHEN, CRC Press, 1986.
- "Biomedical Signal Processing, Vol. II: Compression and Classification", COHEN, CRC Press, 1986.
- "Noise Reduction in Speech Applications", G. DAVIS (Ed.), CRC Press LLC. 2002.
- **"Discrete-Time Processing of Speech Signals", J. DELLER, J. PROAKIS y J. HANSEN, Macmillan Publishing, 1993<sup>1</sup>.**
- "Análisis y modelado digital de la voz. Técnicas recientes y aplicaciones", H.L. RUFINER, Ed. UNL, 2009.
- "Kalman Filtering: Theory and Practice using Matlab", M. GREWAL, John Wiley & Sons Ltd, 2001.
- "Audio Signal Processing for Next Generation Multimedia", Y. HUANG y J. BENESTY (Ed.), Kluwer Academic Publishers, 2004.
- "Applications of Digital Signal Processing to Audio and Acoustics", M. KAHRS y K. BRANDENBURG (Ed.), Kluwer Academic Publishers, 2002.
- "A Wavelet Tour of Signal Processing", S. MALLAT, Academic Press, 1999.
- "A Handbook of Time-Series Analysis, Signal Processing and Dynamics", D. POLLOCK, Academic Press, 1999.
- "Digital Processing of Speech Signal", L. RABINER y R. SCHAFER, Prentice- Hall, 1978.
- "Fundamentals of Speech Recognition", L. RABINER y B. JUANG, Prentice-Hall, 1993.
- "Advanced signal processing handbook: theory and implementation for radar, sonar, and medical imaging real-time systems", S. STERGIOPOULOS, CRC Press LLC, 2001.
- "Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction", S. VASEGHI, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, 2000.
- "Adapted Wavelet Analysis from Theory to Software", M. WICKERHAUSER, IEEE Press, 1994.
- **"Digital Image Processing", R. GONZALEZ y R. WOODS, Prentice Hall, 2002.**
- "Digital Image Processing", K. CASTLEMAN, Prentice-Hall, 1979.
- "Digital Image Processing", W. PRATT, J. Wiley & Sons, 1978.
- "Fundamentals of Statistical Processing, Vol. I: Estimation Theory", S. KAY, Prentice-Hall, 1993.
- "Fundamentals of Statistical Signal Processing, Vol. II: Detection Theory", S. KAY, Prentice-Hall, 1998.
- "Modern Spectrum Analysis II", S. KESLER (Ed.), IEEE Press, 1986.
- "The CRC Handbook of Modern Telecommunications", P. MORREALE y K. TERPLAN (Ed.), CRC Press LLC, 2001.
- "Adaptive Signal Processing", WIDROW y S. STEARNS, Prentice-Hall, 1985.

### Varios:

Los siguientes títulos pueden servir de apoyo complementario a los temas dictados:

- "Algebra Lineal", S. GROSSMAN, Grupo Ed. Iberoamericana, 1988.
- "Matemáticas Avanzada para Estudiantes de Ingeniería", W. KAPLAN, Fondo Educativo Interamericano, 1985.
- "Algebra Lineal Aplicada", NOBLE y J. DANIEL, Prentice-Hall, 1989.
- "Ingeniería de control moderna", K. OGATA, Prentice-Hall, 1993.
- "Sistemas y circuitos", PAPOULIS y M. BERTRAN, Marcombo, 1989.
- "Linear Systems Fundamentals", G. REID, McGraw-Hill, 1983.

**Revistas Sugeridas:** Publicaciones del IEEE (Transactions on Biomedical Engineering, Signal Processing, Neural Networks, Speech and Audio Processing, Magazines), Medical & Biological Engineering & Computing, Medical Engineering & Physics, Mathematical Bioscience, Signal Processing, Digital Signal Processing, Speech Communication, Revista de la Sociedad Argentina de Bioingeniería, Revista de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica.

<sup>1</sup> Nota: existe un error en la gráfica de la página 361, consultar a cualquier integrante de la cátedra al respecto.



Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ingeniería  
Oro Verde, E. R.  
República Argentina

## 9) Otros:

### **Equipo de cátedra:** (*cargos, comisiones asignadas, cargas horarias y distribución de tareas en ambos cuatrimestres*)

**Prof. Adjunto a cargo:** Dr. Hugo Leonardo Rufiner (Ded. Parcial)

**Jefe de Trabajos Prácticos:** Ms. Rubén C. Acevedo (Ded. Excl. compartida con docencia en otras asignaturas y tareas de investigación en LIRINS y gestión como Secretario de Inv. y Posgrado),

**Auxiliares alumnos:** Ivan Gareis (Ded. Simple)

**Docentes colaboradores:** Dr. Gastón Schlotthauer, Bioing. Carlos Pais, Bioing. César Martínez.

### **Las actividades de la cátedra tendrán lugar los siguientes días y horarios:**

- **Clases Teóricas:** Martes 12:00 a 14:00 hs (L. Rufiner, R. Acevedo, C. Pais, G. Schlotthauer, C. Martínez – Aula 1).
- **Coloquios:** Martes de 11:00 a 12:00 hs (R. Acevedo, L. Rufiner – Aula 1).
- **Trabajos Prácticos:** Comisión única: Miércoles 14:00 a 17:00 hs (R. Acevedo, I. Gareis – Lab. Comp. N°2)
- **Reunión de Cátedra:** Martes (cada dos semanas - Lab. 6),
- **Consultas:** Martes de 14:30 a 15:30 hs. (Lab. 6, L. Rufiner), Miércoles de 14:00 a 15:00 hs. (Lab. 5, R. Acevedo). Miércoles de 17:00 a 18:00 hs. (Lab. 4 o 6, C. Pais).

### **Actividades de extensión, investigación y gestión:**

El dictado de la asignatura obliga al grupo docente a una continua actualización bibliográfica y metodológica debido a las características especiales de los temas tratados, su actualidad y novedad.

Los integrantes de la asignatura integran/dirigen proyectos de investigación relacionados con la materia, lo que favorece la realimentación de las experiencias recogidas hacia los alumnos y facilita el intercambio de ideas y la producción de material teórico/práctico para el cursado.

Los proyectos de investigación vigentes con participación de integrantes de la asignatura son los siguientes:

1. PID-UNER 6111-2 “No-estacionariedad, multifractalidad y limpieza de ruido en señales reales”. Director: María E. Torres, Codirector: H. L. Rufiner. (Res. CD No 217/08- Res. CS No 337/08).
2. PICT-2008-0433 – “Técnicas no lineales y estadísticas aplicadas al estudio de señales biomédicas”. Inv. Resp.: María E. Torres. IB: UNER (APROBADO).
3. Proyecto Federal de Innovación Productiva “Diseño de un sistema para detección precoz de hipoacusias en neonatos”. Período de ejecución: 2007-2009.
4. Proyecto de Investigación y Desarrollo “Técnicas para detección y estimación eficiente de potenciales evocados”. Período de ejecución: 2008-2011.
5. Proyecto STIC-AmSud “Robust single-trial evoked potential detection for brain-computer interfaces using computational intelligence techniques”. Período de ejecución: 2009-2010.
6. Proyecto de Investigación “Tecnologías para la certificación de productos médicos en la FIUNER”. Período de ejecución: 2009-2010.
7. PAE 37122 "Consolidación de la producción de TICs para el desarrollo socio-productivo de la región litoral centro", IR: Dra. Gabriela Henning (UNL, UNER, CONICET, empresas de la región)
8. PAE-PICT-2007-00052: "Algoritmos avanzados para procesamiento y clasificación de señales"; IR: Milone, Diego Humberto (UNL, UNER, CONICET).
9. PAE-PID-2007-00113: “Reconocimiento de patrones aplicado a la detección de patologías del sueño”; Director: Milone, Diego Humberto; empresa CardioCom. (UNL, UNER, CONICET).

Se fomenta la participación de los integrantes en actividades de docencia de postgrado, los cursos de maestría dictados son: "Fundamentos de procesamiento digital de señales", "Fundamentos de electrofisiología clínica" y "Análisis y procesamiento avanzado de señales".

Se lleva a cabo la dirección de dos laboratorios de investigación de la facultad y de numerosos alumnos a nivel de grado y posgrado (Maestría y Doctorado).

**Requisitos para admisión para alumnos oyentes:**

Los alumnos oyentes podrán concurrir normalmente a todas las clases de la asignatura. En algunas de las actividades se dará prioridad a los alumnos en condición de regulares, especialmente en aquellas en que los recursos de la cátedra estén limitados. Por ejemplo, los alumnos oyentes podrán rendir parciales y ser evaluados en los trabajos prácticos, pero ésta evaluación no tendrá ninguna validez a los fines de la aprobación de la materia, ajustándose a los tiempos y disponibilidad de los docentes.

**Presupuesto de la cátedra [Llenar en planilla adjunta]:** *(debe ser aprobado por el Departamento tomando en cuenta el presupuesto asignado en el año anterior)*  
*Completar aquí*

<b>Total inciso 2:</b>	<i>Completar aquí</i>
<b>Total inciso 3:</b>	<i>Completar aquí</i>
<b>Total inciso 4:</b>	<i>Completar aquí</i>